

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-191570

⑪ Int.Cl.⁴ 識別記号 庁内整理番号 ⑬ 公開 昭和63年(1988)8月9日
B 24 B 49/00 8308-3C
G 11 B 5/31 N-7426-5D
// G 01 B 7/06 8505-2F 審査請求 有 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 研摩制御機構

① 特 願 昭62-17465

② 出 願 昭62(1987)1月29日

⑯ 発 明 者 マーク・アンソニー・ アメリカ合衆国カリフォルニア州ロス・ガトス、サイプレ
チャーチ ス・ウェイ16580番地⑰ 出 願 人 インターナショナル アメリカ合衆国 10504 ニューヨーク州 アーモンク
ビジネス マシーンズ (番地なし)
コーポレーション

⑱ 代 理 人 弁理士 岡田 次生 外1名

JC564 U.S. PTO
10/025154
12/18/01

明 細 書

1. 発明の名称 研摩制御機構

2. 特許請求の範囲

研摩された端部の位置変化に応答して直線的な抵抗変化を生じる研摩制御機構であつて、

研摩されるべき面の先端で互いに離れており且つ先細の構造になるよう該先端から後方へ所定の角度で延びる第1及び第2の導体と、

該第1及び第2の導体の間に設けられ、該先端に平行な後端を形成し且つ該第1及び第2の導体に接する抵抗体と、

より成り、該先端に沿った研摩によつて該抵抗体の有効幅が減少すると共に該抵抗体の有効長が増加し、該第1及び第2の導体の間で測定される抵抗値が直線的に変化するようにしたことを特徴とする研摩制御機構。

3. 発明の詳細な説明

A. 産業上の利用分野

本発明は薄膜磁気変換器の製造に関するもので

あり、特に、変換器のギャップを最終的な寸法まで研摩することによつて得られるスロートの高さの正確な測定を可能にする電氣的研摩案内機構に関するものである。

薄膜変換器は、磁気ディスク媒体上に高密度のデータ記録を行うものである。薄膜変換器は、並列した磁極片と共通に揃えられた複数の薄膜変換素子を1つの基体上に設けることによつて一括製造される。その基体全体は変換器の磁極先端とほぼ平行な面に沿つて研摩される。変換効率の大部分は、最終的なスロート高と呼ばれる変換器ギャップの長さによつて決る。この変換器ギャップの長さの正確な制御が最適な変換効率を与えることになる。

B. 従来技術

その最終的なスロート高を制御するよう研摩された距離を測定するための従来技術は電氣的研摩案内機構を利用していた。これらの機構は、研摩面に平行な端部を持つた研摩案内抵抗器と呼ばれる第1及び第2抵抗素子を基体の両端に設けられ

たものを利用するのが普通であつた。基体の細かい研摩中、磁極先端を支持する抵抗器の端部も研摩され、その研摩された距離に比例した抵抗の変化が生じる。最終的なスロート高に関する。その研摩された端部の位置は各抵抗素子の抵抗値を測定することによつてモニタされる。

研摩の初期段階の粗い研摩では、その電氣的研摩案内機構は明確な且つ検出可能な抵抗の段階的变化を生じさせることによつて粗い、研摩表示を与える。その段階的变化は、最終的な研摩面から既知の距離でその研摩により破壊される電氣的素子をその研摩案内抵抗器と並列に置くことによつて得られる。このような研摩案内機構は米国特許第3821815号に開示されている。

C. 発明が解決しようとする問題点

最終的なスロート高までの研摩距離を測定するための抵抗器を利用するこれら従来の研摩機構は矩形状をしており、研摩された距離の関数として非直線的な抵抗変化を生じさせる。これら非直線性の測定は非常に正確なスロート高の公差を

すように変化する。モニタされた抵抗の変化が変換器アレーのスロート高の正確な測定を与えることになる。

本発明の実施例では、変換器アレーの各端部にクロム材の抵抗器が付着される。それら抵抗器は、研摩中に抵抗器の有効幅が減少するにつれてその有効長が増加するような形に構成される。それだけで抵抗の変化はほぼ直線的となつて、研摩距離の制御の分解能を高め、抵抗測定が使用可能である研摩距離を拡張する。この実施例は一对の分離した導電体を有する。それら導電体は、それら導電体と共に研摩案内抵抗器を形成するように付着したクロム抵抗材の第1及び第2の先端に収斂する先端に沿つて置かれる。その抵抗器の先端は研摩されるべき基体表面の先端に向つて収斂している。その抵抗器の後端は研摩されるべき表面に平行である。好ましくは、抵抗器の第1及び第2の収斂する先端の傾斜は後方に向けて減少し、抵抗変化対研摩距離を更に直線的にする。研摩が始まる時、抵抗器も研摩され、研摩された距離に比

得るのに制限を負っている。粗い研摩では、抵抗対研摩距離の傾斜は研摩距離の測定を非常に不正確にするほど急勾配である。最終的な研摩段階では、抵抗素子は非常に平らな抵抗対研摩距離特性を与え、スロート高の最終測定を漠然としたものになっている。従つて、これら抵抗素子は小さい研摩範囲しか用途がない。

従つて、本発明の目的は、量産される薄膜磁気ヘンドの製造において研摩距離を正確に測定するための方法を提供することである。

本発明のもう1つの目的は、研摩される距離にわたつて直線的に変化する抵抗を持った電氣的研摩案内抵抗器を提供することである。

D. 問題点を解決するための手段

これらの目的は本発明による研摩案内抵抗器によつて達せられる。研摩距離の関数として抵抗のほぼ直線的な変化を生じさせる電氣的研摩案内抵抗器が設けられる。その抵抗器は変換器アレーの両側に置かれる。変換器アレーの基体の研摩中、その抵抗器の抵抗は研摩された先端の位置を表わ

例する導電体相互間で抵抗変化が測定される。抵抗器端部の独特の傾斜は研摩が進むにつれて直線的な抵抗変化を与える。

本発明のもう1つの実施例における電氣的研摩案内抵抗器は第1の粗い研摩抵抗部分が第2の細かい研摩抵抗部分と隣接して成る。粗い研摩抵抗部分は細かい研摩抵抗部分の端部と連続した幅広いベース端部と研摩面に向けて収斂する更に2つの端部とを有する。粗い研摩抵抗器は研摩の初期段階では0.1オーム/ミクロン以下の抵抗対研摩距離の傾斜を与える。最終的な研摩段階では、細かい研摩抵抗部分は約25オーム/ミクロンの抵抗変化を与える。

E. 実施例

第5図を参照すると、複数の薄膜変換器12を付着された基体11の一端が示されている。その基体の研摩面11aに直行で且つ変換器12の磁極面12aの最終的なスロート高15に平行な先端14aを有する電氣的研摩案内抵抗器14が示される。その抵抗器14は金属材料、好ましくは

クロム、を基体上に付着されそして2つの導電体16、17によつて境界づけられた抵抗器14bより成る。それら導電体に対するクロム抵抗器の抵抗の比は2:1である。基体11の反対端にも同期の研磨案内抵抗器が設けられる。

変換器12の最終的なスロート高を得るために基体11を研磨する時、その研磨された先端の位置を光学的にモニタすることによつて約10μmまでの粗い研磨が達せられる。粗い研磨段階の終りに、研磨抵抗器を有する基体の両端は最終的なスロート高に関して5μm以内のレベルとなる。10μmから最終的なスロート高まで、各抵抗器14bの抵抗がレベルのエラーをモニタするために使用される。検出されたレベル・エラーは基体の両端における研磨力を平衡させるために利用される。10μmから最終的なスロート高までの最終的な研磨距離は2つの研磨案内抵抗器14の抵抗測定を使つてその研磨された先端の位置をモニタすることによつて得られる。

従来の電氣的研磨案内抵抗器は第6図の実線の

緩くなり、信号対雑音の比を不十分なものにする。研磨距離がゼロに近づく時、抵抗の変化は研磨中の材料のわずかな除去でも非常に大きくなる。従つて、研磨案内抵抗器のダイナミック・レンジは曲線Aのほぼ屈曲部までに制限される。なぜならば、この範囲では、研磨された距離の増加は抵抗Rxの適度な変化を与えるからである。第6図の破線の曲線Bは本発明によつて得られ抵抗Rxは研磨された距離を示す。

電氣的研磨案内抵抗器の抵抗を直線的にするために、第1図の抵抗器構造が使用される。この抵抗器は1ストラップとしてクロム20の層より成る。この抵抗器は最終的なスロート高15に平行な後端20cを有する。抵抗器20の側端20a、20bは研磨された面11aに対して角度Zでその面11aに向けて収斂している。スロート高におけるその抵抗器の最終的な長さLfは約480μmである。その最初の長さLsは20μmである。第1図の抵抗器は研磨が進行するにつれて抵抗器20の長さの効果的な増加を与え、従つて

曲線で示されるような非直線的な応答曲線を有する。この曲線は次の式にほぼ比例する。

$$R_x = R_s \cdot L / (X + H) + R_c$$

但し、Rxは導電体16、17の間の2点間抵抗測定値であり、Rsはクロム抵抗器14bのシート抵抗であり、Rcは導電体16、17への接続部の接触及び導線抵抗であり、Lはクロム抵抗器14bの有効長であり、Xは抵抗器14bの先端14aから最終的なスロート高までの研磨距離即ち幅であり、Hは最終的なスロート高における研磨抵抗器の最終幅である。

従来の電氣的研磨案内抵抗器の抵抗対研磨距離特性は10μmの細かい研磨の距離に対する使用可能な応答を制限する。第6図から明らかなように、基体の粗い研磨の時、最初の6μmの研磨に対する応答曲線Aはあまりに急勾配であつて理想的な研磨測定を生じ得ない。その応答曲線の下端では、抵抗の変化は研磨距離が増加するに従つて

第6図の曲線Bで示されるような抵抗対研磨距離を直線的にする。抵抗対研磨距離を更に直線的にするには、第2図に示されるように、研磨の初期段階における抵抗器の端部20a、20b及び導電体16、17の傾斜が残り部分の傾斜よりもわずかに大きくなるようにそれら抵抗器及び導電体に傾斜をつければよい。更に、導電体16、17の間の間隔を増すことによつて粗い研磨における分解能の改良が得られることがわかつた。第2図に示された各端部に対するミクロン単位のx、y座標は下表のようになる。

	x	y
a	0.00	20.00
b	140.00	20.00
c	154.00	19.50
c	170.25	18.75
d	200.00	17.00
f	230.60	14.00
g	240.00	10.00

X座標は中心線から導電体17までの距離である。
Y座標は抵抗器20の幅である。

粗い研摩及び最終的な研摩の両方をカバーする更に広範囲の研摩を達成するために、第3図の実施例が示される。第2図の抵抗器20に延長部分22が加えられた。その延長部分22は細かい研摩抵抗部分Lの先端と接触してベース部分を有する粗い研摩抵抗部分Kより成る。10 μ mに等しい細かい研摩の寸法Wで始まるその延長部分22は2つの収束する端部23、24に沿った粗い研摩開始端までの70 μ mの距離 W_1 だけ延びている。粗い研摩中の抵抗変化は約4オームから15オームまでである。細かい研摩の抵抗変化は約25オーム/ μ mの分解能に対して約25オームから275オームまでである。50:1の抵抗器対導電体の抵抗比に対する第1図の通常の研摩抵抗器と比較して、第3図の実施例の性能が第4図に示される。粗い研摩中の分解能、ノイズの減少及び細かい研摩中の直線性の改良はその図の曲線cから明らかである。通常の研摩抵抗器は第4図に

おける特性a及びbを示す。曲線cでは、抵抗は粗い研摩中、即ち研摩距離 W_1 ではゆつくりと、しかし明瞭に変化する。然る後、その抵抗は抵抗器20の幅である研摩距離wでは大きく増加する。抵抗 R_x は研摩距離Wを、従つて最終的なスロット高を直接に表わすので、細かい研摩部分に対して更により制御が得られる。

F. 効果

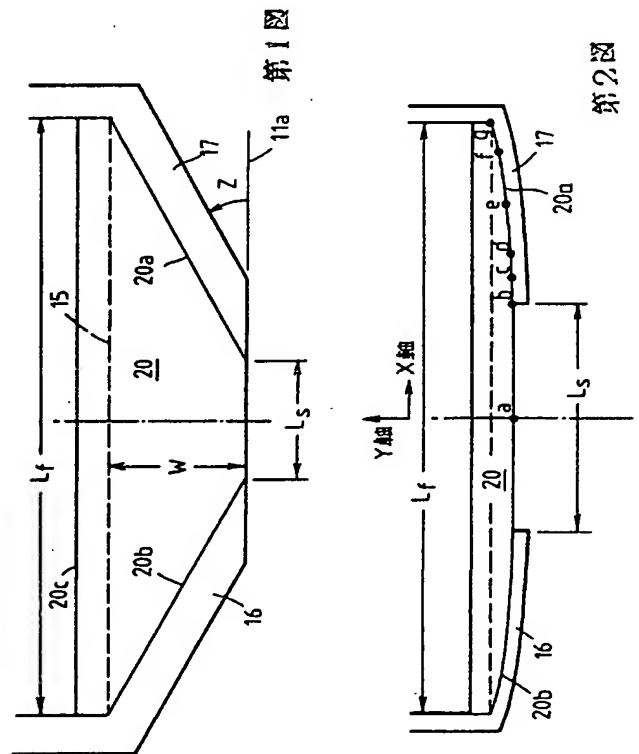
従つて、研摩抵抗器の両端部をうまく形作ることによつて、研摩距離対抵抗の効果的な変化が制御可能となる。抵抗器の端部を傾斜させることは更に直接的な抵抗変化を生じさせ、従来の研摩制御機構よりも大きなノイズ減少を与える。

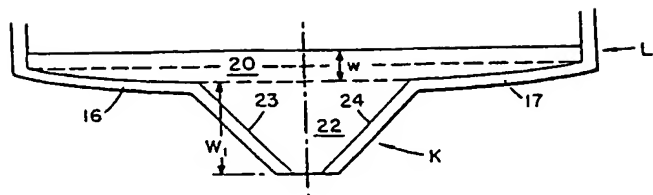
4. 図面の簡単な説明

第1図は抵抗の変化対研摩距離を効果的に直線的にする形状を持つた本発明の1つの実施例を示す図、第2図は抵抗の変化対研摩距離を更に直線的にする本発明のもう1つの実施例を示す図、第3図は細かい研摩距離測定と同様に粗い研摩距離測定を行う本発明の更にもう1つの実施例を示す

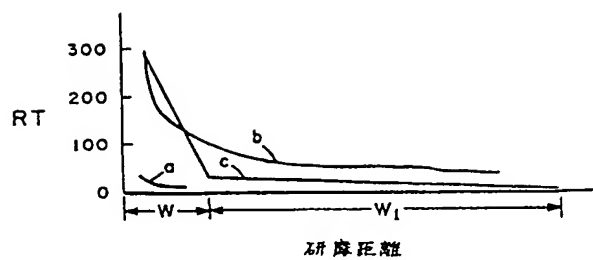
図、第4図は第3図の実施例に対する抵抗対研摩距離の特性を示す図、第5図は薄膜変換器のアレの片側における従来の電気的研摩案内抵抗器を示す図、第6図は従来及び本発明の研摩案内抵抗器の抵抗対研摩距離の特性を示す図である。

出願人 インターナショナル・ビジネス・
マシーンス・コーポレーション
代理人 弁理士 岡田 次生
(外1名)



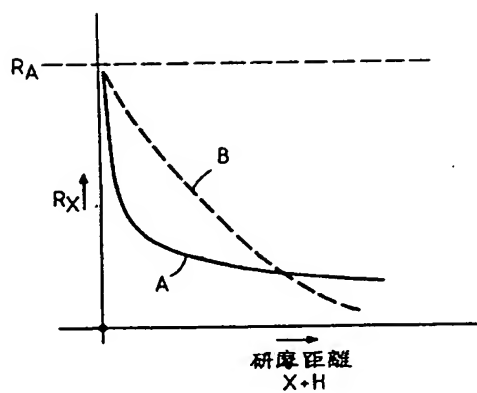
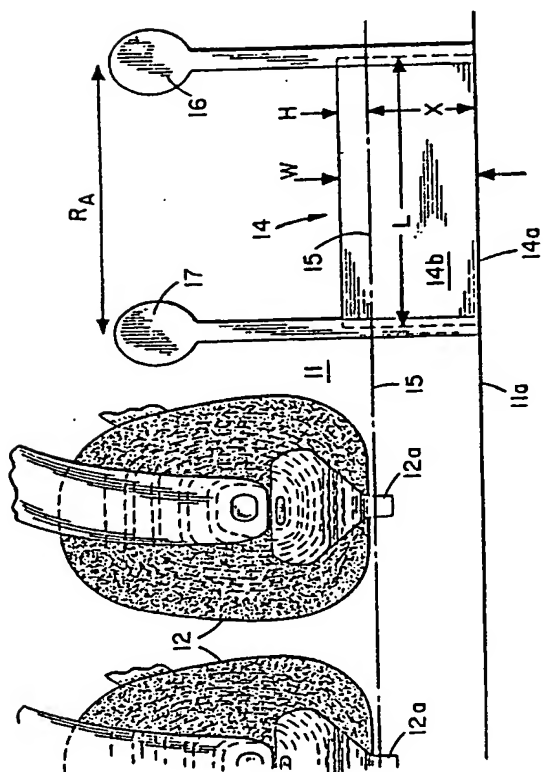


第3図



第4図

第5図



第6図

特開昭63-191570(2)

たものを利用するのが普通であつた。基体の細かい研摩中、図1先端を支持する抵抗器の先端も研摩され、その研摩された距離に比例した抵抗の変化が生じる。最終的なスロート高に達する、その研摩された先端の位置は各抵抗素子の抵抗値を測定することによつてモニタされる。

研摩の初期段階の粗い研摩では、その電気的研摩案内機構は明確な且つ検出可能な抵抗の段階的な変化を生じさせることによつて粗い、研摩表示を与える。その段階的な変化は、最終的な研摩面から既知の距離でその研摩により破壊される電気的素子をその研摩案内抵抗器と並列に置くことによつて得られる。このような研摩案内機構は米国特許第3821815号に開示されている。

C. 発明が解決しようとする問題点

最終的なスロート高までの研摩距離を測定するための抵抗器を利用するこれら従来の研摩機構は矩形状の形状をしており、研摩された距離の関数として非直線的な抵抗変化を生じさせる。これら非直線性の測定は非常に正確なスロート高の公差を

すように変化する。モニタされた抵抗の変化が交換器アレーのスロート高の正確な測定を与えることになる。

本発明の実施例では、交換器アレーの各先端にクロム材の抵抗器が付着される。それら抵抗器は、研摩中に抵抗器の有効部分が減少するにつれてその有効長が増加するような形に構成される。それだけで抵抗の変化はほぼ直線的となつて、研摩距離の初期の分解能を高め、抵抗測定が使用可能である研摩距離を拡張する。この実施例は一對の分離した導電体を有する。それら導電体は、それら導電体と共に研摩案内抵抗器を形成するように付着したクロム抵抗材の第1及び第2の先端に収斂する先端に沿つて置かれる。その抵抗器の先端は研摩されるべき基体表面の先端に向つて収斂している。その抵抗器の後端は研摩されるべき表面に平行である。好ましくは、抵抗器の第1及び第2の収斂する先端の傾斜は後方に向けて減少し、抵抗変化が研摩距離を更に直線的にする。研摩が始まる時、抵抗器も研摩され、研摩された距離に比

例する導電体相互間で抵抗変化が測定される。抵抗器先端の独特の傾斜は研摩が進むにつれて直線的な抵抗変化を与える。

従つて、本発明の目的は、量産される薄板状素子ヘンドの製造において研摩距離を正確に測定するための方法を提供することである。

本発明のもう1つの目的は、研摩される距離にわたつて直線的に変化する抵抗を持った電気的研摩案内抵抗器を提供することである。

D. 問題点を解決するための手段

これらの目的は本発明による研摩案内抵抗器によつて達せられる。研摩距離の函数として抵抗のほぼ直線的な変化を生じさせる電気的研摩案内抵抗器が設けられる。その抵抗器は交換器アレーの両側に置かれる。交換器アレーの基体の研摩中、その抵抗器の抵抗は研摩された先端の位置を設

例する導電体相互間で抵抗変化が測定される。抵抗器先端の独特の傾斜は研摩が進むにつれて直線的な抵抗変化を与える。

本発明のもう1つの実施例における電気的研摩案内抵抗器は第1の粗い研摩抵抗部分が第2の細かい研摩抵抗部分と隣接して成る。粗い研摩抵抗部分は細かい研摩抵抗部分の先端と連続した幅広いベース部と研摩面に向けて収斂する更に2つの先端とを有する。粗い研摩抵抗器は研摩の初期段階では0.1オーム/ミクロン以下の抵抗が研摩距離の関数を与える。最終的な研摩段階では、細かい研摩抵抗部分は約25オーム/ミクロンの抵抗変化を与える。

E. 実施例

第5図を参照すると、複数の隣接交換器12が付着された基体11の一端が示されている。その基体の研摩面11aに度付で且つ交換器12の端面12aの最終的なスロート面18に平行な先端14aを有する電気的研摩案内抵抗器14が示される。その抵抗器14は金属材料、好ましくは

特開昭63-191570(3)

クロム、を基体上に付着せしめて2つの導電体16、17によつて境界づけられた抵抗層14bより成る。それら導電体に対するクロム抵抗層の抵抗の比は2:1である。基体11の反対側にも同様の研摩案内抵抗層が設けられる。

要図12の最終的なスロート高を得るために基体11を研摩する時、その研摩された先端の位置を光学的にモニタすることによつて約10μmまでの粗い研摩が達せられる。粗い研摩段階の終りに、研摩抵抗層を有する基体の両端は最終的なスロート高に関して5μm以内のレベルとなる。10μmから最終的なスロート高まで、各抵抗層14bの抵抗がレベルのエラーをモニタするために使用される。検出されたレベル・エラーは基体の両端における研摩力を平衡させるために利用される。10μmから最終的なスロート高までの最終的な研摩距離は2つの研摩案内抵抗層14の抵抗測定を使つてその研摩された先端の位置をモニタすることによつて得られる。

従来の電気的研摩案内抵抗層は第6図の実験の

曲線で示されるような非直線的な応答曲線を有する。この曲線は次の式にほぼ比例する。

$$R_x = R_s \cdot L / (X + H) + R_c$$

但し、 R_x は導電体16、17の間の2点間抵抗測定値であり、 R_s はクロム抵抗層14bのシート抵抗であり、 R_c は導電体16、17への接続部の接触及び導線抵抗であり、 L はクロム抵抗層14bの有効長であり、 X は抵抗層14bの先端14aから最終的なスロート高までの研摩距離即ち幅であり、 H は最終的なスロート高における研摩抵抗層の最終幅である。

従来の電気的研摩案内抵抗層の抵抗対研摩距離特性は10μmの粗い研摩の距離に対する使用可能な応答を制限する。第6図から明らかなように、基体の粗い研摩の時、最初の6μmの研摩に対する応答曲線Aはあまりに急勾配であつて理想的な研摩測定を生じ得ない。その応答曲線の下端では、抵抗の変化は研摩距離が増加するに従つて

緩くなり、信号対雑音の比を不十分なものにする。研摩距離がゼロに近づく時、抵抗の変化は研摩中の材料のわずかな除去でも非常に大きくなる。従つて、研摩案内抵抗層のダイナミック・レンジは曲線Aのほぼ屈曲部までに制限される。なぜならば、この範囲では、研摩された距離の増加は抵抗 R_x の適度な変化を与えるからである。第6図の破線の曲線Bは本発明によつて得られ抵抗 R_x は研摩された距離を示す。

電気的研摩案内抵抗層の抵抗を直線的にするために、第1図の抵抗層構造が使用される。この抵抗層は1ストラップとしてクロム20の層より成る。この抵抗層は最終的なスロート高15に平行な後端20cを有する。抵抗層20の側端20a、20bは研摩された面11aに対して角度Zでその面11aに向けて取付けられている。スロート高におけるその抵抗層の最終的な長さ L_f は約480μmである。その最初の長さ L_i は20μmである。第1図の抵抗層は研摩が進行するにつれて抵抗層20の長さの効果的な増加を与え、従つて

第6図の曲線Bで示されるような抵抗対研摩距離を直線的にする。抵抗対研摩距離を更に直線的にするには、第2図に示されるように、研摩の初期段階における抵抗層の側端20a、20b及び導電体16、17の傾斜が残り部分の傾斜よりもわずかに大きくなるようにそれら抵抗層及び導電体に傾斜をつけられよう。更に、導電体16、17の間の間隔を増すことによつて粗い研摩における分解能の改良が得られることがわかつた。第2図に示された各端部に対するミクロン単位のx、y座標は下表のようになる。

	x	y
a	0.00	20.00
b	140.00	20.00
c	154.00	19.50
d	170.25	18.75
e	200.00	17.00
f	230.50	14.00
g	240.00	10.00

特開昭63-191570(4)

X座標は中心線から導電体17までの距離である。
Y座標は抵抗器20の幅である。

粗い研摩及び最終的な研摩の両方をカバーする
更に広範囲の研摩を達成するために、第3図の実
施例が示される。第2図の抵抗器20に延長部分
22が加えられた。その延長部分22は粗い研
摩抵抗部分15の先端と接触してベース部分を有す
る粗い研摩抵抗部分Kより成る。10 μ mに等し
い粗い研摩の寸法Wで始まるその延長部分22
は2つの収束する部23、24に沿った粗い研
摩開始端までの70 μ mの距離W、だけ延びてい
る。粗い研摩中の抵抗変化は約4オームから15
オームまでである。細かい研摩の抵抗変化は約2
5オーム/ μ mの分解能に対して約25オームか
ら275オームまでである。50:1の抵抗器対
導電体の抵抗比に対する第1図の通常の研摩抵抗
器と比較して、第3図の実施例の性能が第4図に
示される。粗い研摩中の分解能、ノイズの減少及
び細かい研摩中の直線性の改良はその図の曲線
から明らかである。通常の研摩抵抗器は第4図に

おける特性。及びbを示す。曲線cでは、抵抗は
粗い研摩中、即ち研摩距離W、ではゆつくりと、
しかし明瞭に変化する。然る後、その抵抗は抵抗
器20の幅である研摩距離 ϕ では大きく増加する。
抵抗R \times は研摩距離Wと、従つて最終的なスロ
ット高を直接に決めるので、粗い研摩部分に対
して更によい制御が得られる。

F. 効果

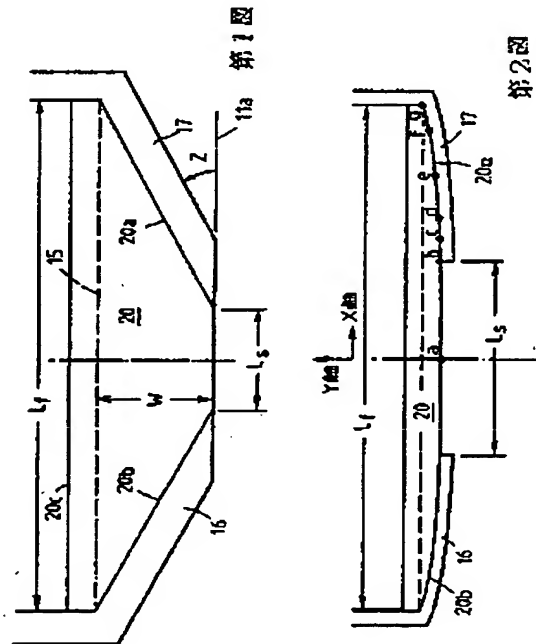
従つて、研摩抵抗器の両端部をうまく形作るこ
とによつて、研摩距離対抵抗の効果的な変化が制
御可能となる。抵抗器の端部を傾斜させることは
更に直線的な抵抗変化を生じさせ、従来の研摩制
御機構よりも大きなノイズ減少を与える。

4. 図面の簡単な説明

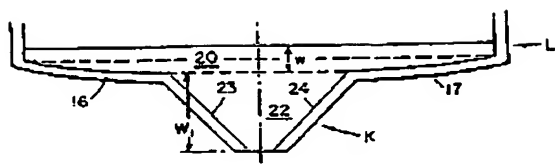
第1図は抵抗の変化対研摩距離を効果的に直線
的にする形状を持つた本発明の1つの実施例を示
す図、第2図は抵抗の変化対研摩距離を更に直線
的にする本発明のもう1つの実施例を示す図、第
3図は粗い研摩距離固定と同時に粗い研摩距離
固定を行う本発明の更にもう1つの実施例を示す

図、第4図は第3図の実施例に対する抵抗対研摩
距離の特性を示す図、第5図は導電変換器のフレ
ーの片側における従来の電氣的研摩案内抵抗器を
示す図、第6図は従来及び本発明の研摩案内抵抗
器の抵抗対研摩距離の特性を示す図である。

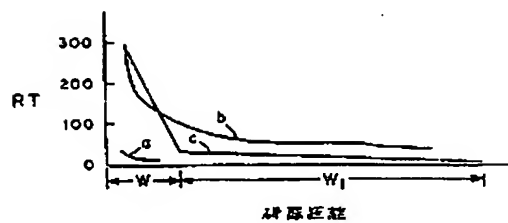
出願人 インターナショナル・ビジネス・
マシーンス・コーポレーション
代理人 井上士 岡田 次 生
(外1名)



特開昭63-191570(5)

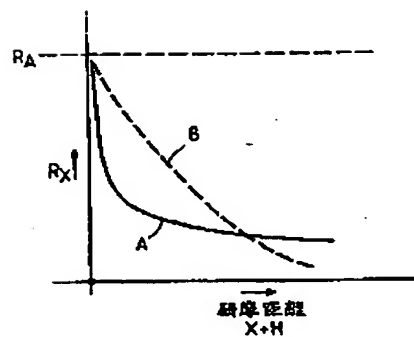
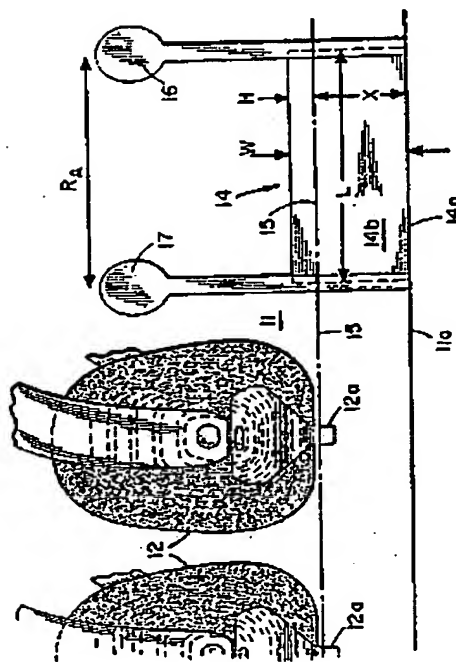


第3図



第4図

第5図



第6図

Japanese Patent Laid-Open No. Sho 63-191570

Title of the Invention: Polishing Control Mechanism

C. Problems to be Solved by the Invention

The prior art polishing mechanisms, which use a resistor to measure a polishing distance up to a final throat height, have a rectangular shape and a non-linear resistance variation is generated as a function of the polished distance. These non-linear measurements have a certain limitation in attaining an accurate tolerance in throat height. When a rough polishing is carried out, an inclination of a relation between the resistor and the polishing distance is a gradient enough to cause the measurement of the polishing distance to become quite inaccurate. At the final polishing stage, the resistor elements provide a very flat characteristic between a resistance and a polishing distance to cause a final throat height measurement to become dull. Accordingly, these resistor elements have an application only in a small polishing range.

Accordingly, it is an object of the present invention to provide a method for performing an accurate measurement of a polishing distance when manufacturing a mass-produced thin film magnetic head.

It is another object of the present invention to provide an electrical polishing guide resistor having a resistance varying in a linear manner over a distance to be polished.

D. Means for Solving the Problem

The polishing guide resistor of the present invention will accomplish these objects. There is provided an electrical polishing guide resistor for producing a substantial linear change of the resistance as a function of the polishing distance. The resistors are arranged at both sides of an array of converters. During polishing work for a substrate of the array of converters, resistance values of the resistors change to indicate a position of the polished extremity end. A variation in resistance to be monitored may provide an accurate measurement of throat height of the array of converters.

In the preferred embodiment of the present invention, a resistor formed by chromium is attached to each of the ends of the array of converters. These resistors are configured in such a form as one in which their effective lengths are increased as the effective widths of the resistors are decreased during the polishing work. This arrangement merely causes the variation in resistance to become an approximate linear line, resulting in that it may

improve a resolution in control of the polishing distance and it may expand a polishing distance where the measurement of resistance can be applied. This preferred embodiment has a pair of separate conductors. These conductors are placed along the extremity ends converged into the first and second extremity ends of the chromium resistor material attached to form a polishing guide resistor together with these conductors. The extremity end of the resistor is converged toward the extremity end of the surface of the substrate to be polished. The rear end of the resistor is in parallel with the surface to be polished. Preferably, inclinations of the first and second converging extremity ends of the resistor are decreased in a rearward direction to cause a relation between a variation in resistance and a polishing distance to be changed in a more linear manner. When the polishing operation is started, the resistor is also ground and the variation in resistance which is proportional to a polished distance is measured between the conductors. A unique inclination at the end part of the resistor may provide a linear variation in resistance as the polishing operation proceeds.

An electrical polishing guide resistor in another preferred embodiment of the present invention is made such that a first rough polishing resistance part is adjacent to

a second fine polishing resistor. The rough polishing resistor part has further two portions, i.e. a wide width base end in continuity with the end of the fine polishing resistor and a portion converging toward the polishing surface. The rough polishing resistor may provide an inclination of a relation between a resistance and a polishing distance, $0.1\Omega/\mu$ or less, at the initial stage of polishing operation. At the final polishing stage, the fine polishing resistor portion may provide a variation in resistance of about $25\Omega/\mu$.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.